

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 5 9 6 7
Application Number:

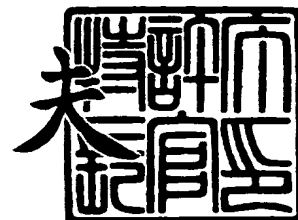
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 5 9 6 7]

出 願 人 株式会社ニコン
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02NKP044

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 21/02

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
 内

 【氏名】 宮下 智裕

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

 【識別番号】 100077919

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 井上 義雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 047050

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9702956

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無限遠系顕微鏡対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に第 1 レンズ群と、第 2 レンズ群とを含み、
前記第 1 レンズ群は物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと少なくとも 1 つの接合レンズを含み、全体として正の屈折力を有し、
前記接合レンズの少なくとも 1 つはアッベ数が 90 以上の材料からなるレンズを含み、
以下の条件を満たすことを特徴とする無限遠系顕微鏡対物レンズ。

$$0.3 \leq wd / f \leq 0.45$$

$$0.6 \leq NA$$

但し、

f は前記無限遠系顕微鏡対物レンズ全系の焦点距離、
wd は前記無限遠系顕微鏡対物レンズの作動距離、
NA は前記無限遠系顕微鏡対物レンズの開口数。

【請求項 2】

前記無限遠系顕微鏡対物レンズは、倍率が 20 倍であることを特徴とする請求項 1 に記載の無限遠系顕微鏡対物レンズ。

【請求項 3】

前記接合レンズの少なくとも 1 つは 3 枚接合レンズからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の無限遠系顕微鏡対物レンズ。

【請求項 4】

前記アッベ数が 90 以上の材料からなるレンズは、蛍石から形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 または 3 に記載の無限遠系顕微鏡対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無限遠系顕微鏡対物レンズに関する。

【0002】

【従来技術】

従来、顕微鏡対物レンズには、色々な倍率のものが準備され観察状況に応じて選択されて用いられている。例えば、癌細胞の検査などでは、患者の細胞や血液を採取して顕微鏡で観察する細胞診断が一般的に行われている。細胞診断では、倍率10倍の顕微鏡対物レンズを用いて比較的広い視野をステージを動かしながら観察して、癌細胞と疑わしい細胞などを発見した場合、顕微鏡対物レンズの倍率を40倍に切替えて高解像度の観察が行われている。細胞診断では、主に10倍と40倍の顕微鏡対物レンズを切替えて使われることが多い。また、細胞診断では疑わしい細胞の近辺にカバーガラスの上から印を付けるマーキングと呼ばれる作業が行われている。

【0003】

しかし、顕微鏡対物レンズを切替えて使用する場合、顕微鏡対物レンズの筒偏心や同焦点のずれが発生するため、観察位置がずれてしまいステージを移動して観察位置を探し出す必要がある。これを避けるため、顕微鏡対物レンズを切替えないで変倍装置によって倍率を切替えることも行われている。この場合、倍率20倍程度の顕微鏡対物レンズを用いることが好ましいが、倍率が20倍程度の顕微鏡対物レンズは、開口数が0.5以下のものが一般的となっている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開平9-33818号公報（第4-5頁）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述の変倍装置によって倍率を切替える際に、低倍対物レンズと拡大系を用いると、低倍対物レンズでは開口数NAが小さいために高解像度の観察ができず、逆に高倍対物レンズと縮小系を用いると低倍側で視野周辺像が悪化してしまうと言う問題がある。また、高倍対物レンズでは作動距離が小さいためマーキング作業がしづらいという問題もある。

【0006】

このような状況から、高い解像度で標本を観察できると共に、顕微鏡対物レンズ下での作業空間を確保するために、開口数NAが大きく、且つ作動距離wdの長い顕微鏡対物レンズが求められている。

【0007】

本発明は、上記問題に鑑みて行われたものであり、開口数が0.6以上と大きく、且つ作動距離も大きな無限遠系顕微鏡対物レンズを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、物体側から順に第1レンズ群と、第2レンズ群とを含み、

前記第1レンズ群は物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと少なくとも1つの接合レンズを含み、全体として正の屈折力を有し、

前記接合レンズの少なくとも1つはアッベ数が90以上の材料からなるレンズを含み、

以下の条件を満たすことを特徴とする無限遠系顕微鏡対物レンズを提供する。

【0009】

$$0.3 \leq wd / f \leq 0.45$$

$$0.6 \leq NA$$

但し、

fは前記無限遠系顕微鏡対物レンズ全系の焦点距離、

wdは前記無限遠系顕微鏡対物レンズの作動距離、

NAは前記無限遠系顕微鏡対物レンズの開口数である。

【0010】

また、本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズは、倍率が20倍であることが好ましい。

【0011】

また、本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズは、前記接合レンズの少なくと

も 1 つは 3 枚接合レンズからなることが好ましい。

【0012】

また、本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズでは、前記アッベ数が 90 以上の材料からなるレンズは蛍石から形成されていることが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係る無限遠系顕微鏡対物レンズに関し説明する。

【0014】

本発明の無限遠系顕微鏡対物レンズは、物体側から順に第 1 レンズ群 G 1 と、第 2 レンズ群 G 2 とを含み、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 1 と少なくとも 1 つの接合レンズを含み、全体として正の屈折力を有し、接合レンズの少なくとも 1 つはアッベ数が 90 以上の材料からなる両凸形状の正レンズを含む構成であって、以下の条件式 (1)、(2) を満たしている。

【0015】

$$(1) \quad 0.3 \leq w d / f \leq 0.45$$

$$(2) \quad 0.6 \leq N A$$

但し、 f は無限遠系顕微鏡対物レンズ全系の焦点距離、 $w d$ は無限遠系顕微鏡対物レンズの作動距離、 $N A$ は無限遠系顕微鏡対物レンズの開口数である。

【0016】

本発明の無限遠系顕微鏡対物レンズは、最も物体に近いレンズ面を凹面にすることで、ペッツバル和の値を小さくすることで、像の平坦性を確保している。

【0017】

条件式 (1) は、本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズの動作距離 $w d$ を規定する条件式である。下限値より小さい値では、無限遠系顕微鏡対物レンズと標本間の距離が狭くなり過ぎ操作性が悪くなるので好ましくない。上限値より大きい値では、像の平坦度が悪化すると共に、色収差が悪化するので好ましくない。

【0018】

条件式 (2) は、本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズの開口数 $N A$ を規定

する条件式である。開口数NAが0.6未満では所望の解像度が得られないので好ましくない。

【0019】

接合レンズに用いられるアッペ数が90以上の材料として、本実施の形態では蛍石を採用している。アッペ数が90未満の材料のレンズでは色収差が悪化するので好ましくない。

【0020】

(実施例)

以下、添付図面に基づいて本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズの実施例について説明する。全ての実施例は、無限遠系に設計されている。また、実際に顕微鏡の対物レンズとして使用する場合、例えば、図7にその構成を示すような結像レンズを像側に設けて使用する。この結像レンズの諸元については後述する。また、以下の実施例では、対物レンズの倍率が20倍の場合について示す。無限遠系顕微鏡対物レンズの倍率は β は、実際の顕微鏡で用いられる結像レンズの焦点距離と顕微鏡対物レンズの焦点距離の比 ($\beta = \text{結像レンズの焦点距離} / \text{顕微鏡対物レンズの焦点距離}$) で表される。

【0021】

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズのレンズ構成を示す図である。物体側から順に正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2とからなり、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凹面を向け正の屈折力を有する正メニスカスレンズL1、L2と、両凸形状の正レンズL3と両凹形状の負レンズL4と蛍石で形成された両凸形状の正レンズL5との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と両凸形状の正レンズL7と両凹形状の負レンズL8との接合レンズとから構成され、第2レンズ群G2は、物体側から順に両凸形状の正レンズL9と両凹形状の負レンズL10との接合レンズから構成されて無限遠系顕微鏡対物レンズが形成されている。

【0022】

表 1 に本第 1 実施例の諸元値を掲げる。全体諸元において、 f は d 線（波長 5586.6 nm）の光線に対する無限遠時の無限遠系顕微鏡対物レンズ全系の焦点距離であり、上記結像レンズを用いない諸元値そのものである。また、 NA は物体側の開口数、 β は倍率、 $w d$ は物体面と最前レンズ面頂点との距離で示される作動距離をそれぞれ表している。レンズデータにおいて、面番号は光線の入射順に沿った順序を、 r はレンズ面の曲率半径を、 d はレンズ面の間隔を、 $n d$ は d 線の光線に対する屈折率を、 νd は d 線に対するアッベ数をそれぞれ示している。空気の屈折率は 1.0000000 とし記載を省略している。

【0023】

なお、以下の全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f 、作動距離 $w d$ 、曲率半径 r 、面間隔 d その他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることなく他の適当な単位を用いることもできる。さらに、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とする。

【0024】

【表 1】

(全体諸元)

$$f = 10$$

$$NA = 0.65$$

$$\beta = 20X$$

$$w d = 4$$

(レンズデータ)

面番号	r	d	$n d$	νd
1	∞	0.17		カバーガラス
2	∞	5		
3	-7.603	7.4	1.804	46.6
4	-9.816	0.1		

5	-46.767	4.3	1.569	71.3	
6	-17.85	0.2			
7	41.984	4	1.569	71.3	
8	-44.998	1.8	1.6126	44.4	
9	20.543	8.5	1.43385	95.25	蛍石
10	-20.543	0.1			
11	22.761	2	1.8052	25.4	
12	13.612	9	1.4978	82.5	
13	-18.458	1.8	1.6126	44.4	
14	117.68	10.9			
15	34.91	5.3	1.6889	31.1	
16	-15.359	1.7	1.5688	56.3	
17	12.863	∞			

(条件対応値)

$$w d / f = 0.4$$

【0025】

図2は、本第1実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズの諸収差図である。各収差図において、NAは開口数を、Yは像高を示す。球面収差図において、CはC線（波長656.3nm）を、dはd線（波長587.6nm）を、FはF線（波長486.1nm）を、gはg線（波長435.6nm）をそれぞれ示している。非点収差図において、破線Sはd線におけるサジタル像面を、実線Mはd線におけるメリディオナル像面をそれぞれ示している。歪曲収差図はd線について示している。また、全ての実施例における収差図は、上述した結像レンズを使用して結像したものである。なお、以下全ての実施例の収差図において、本第1実施例と同様の符号を用いる。

【0026】

各収差図から明らかなように、諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0027】

(第2実施例)

図3は、本発明の第2実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズのレンズ構成を示す図である。物体側から順に正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2とからなり、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凹面を向け正の屈折力を有する正メニスカスレンズL1、L2と、平凹形状の正レンズL3と蛍石で形成された両凸形状の正レンズL4との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と両凸形状の正レンズL6と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL7との接合レンズとから構成され、第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL8と両凹形状の負レンズL10との接合レンズから構成されて無限遠系顕微鏡対物レンズが形成されている。

【0028】

表2に本第2実施例の諸元値を掲げる。

【0029】

【表2】

(全体諸元)

$$f = 10$$

$$NA = 0.6$$

$$\beta = 20\times$$

$$wd = 3.5$$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	ν_d
1	∞	0.17		カバーガラス
2	∞	4.1		
3	-8.301	8.3	1.7727	49.5

4	-10.602	0.1			
5	-56.82	4.3	1.4978	82.5	
6	-14.983	0.2			
7	∞	2	1.6126	44.4	
8	23.57	7	1.43385	95.25	蛍石
9	-18.137	0.1			
10	25.286	2	1.7552	27.6	
11	13.67	7.5	1.4978	82.5	
12	-20.894	2	1.6126	44.4	
13	-174.644	16.9			
14	42.654	5	1.7495	35.2	
15	-16.113	2	1.5688	56.3	
16	12.655	∞			

(条件対応値)

$$w d / f = 0.4$$

【0 0 3 0】

図 4 は、本第 2 実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズの諸収差図である。各収差図から明らかなように、諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 0 3 1】

(第 3 実施例)

図 5 は、本発明の第 3 実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズのレンズ構成を示す図である。物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とからなり、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凹面を向け正の屈折力を有する正メニスカスレンズ L 1、L 2 と、両凸形状の正レンズ L 3 と両凹形状の負レンズ L 4 と蛍石で形成された両凸形状の正レンズ L 5 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と蛍石で形成された両凸形状の正レンズ L 7 と物体側に凹面を向けた負メニ

カスレンズL8との接合レンズとから構成され、第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL9と両凹形状の負レンズL10との接合レンズから構成されて無限遠系顕微鏡対物レンズが形成されている。

【0032】

表3に本第3実施例の諸元値を掲げる。

【0033】

【表3】

(全体諸元)

$$f = 10$$

$$NA = 0.65$$

$$\beta = 20X$$

$$wd = 3.4$$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	νd	
1	∞	0.17			カバーガラス
2	∞	4.2			
3	-7.603	7.4	1.804	46.6	
4	-9.816	0.1			
5	-26.52	4.3	1.569	71.3	
6	-15.102	0.2			
7	37	4	1.569	71.3	
8	-45	1.8	1.6126	44.4	
9	19.81	8.5	1.43385	95.25	蛍石
10	-19.81	0.1			
11	23.666	2	1.8052	25.4	
12	14.392	9	1.43385	95.25	蛍石
13	-18.5	1.8	1.6126	44.4	

14	-68.199	10.9		
15	42.995	5.3	1.6889	31.1
16	-15.375	1.7	1.5688	56.3
17	13.216	∞		

(条件対応値)

$$w d / f = 0.34$$

【0 0 3 4】

図6は、本第3実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズの諸収差図である。各収差図から明らかなように、諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 0 3 5】

図7は、各実施例において用いた結像レンズのレンズ構成を示す図である。この結像レンズの諸元値を表4に掲げる。

【0 0 3 6】

【表4】

(全体諸元)

$$f = 200$$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	νd
1	75.04	5.1	1.6228	57
2	-75.04	2	1.7495	35.2
3	1600.5	7.5		
4	50.26	5.1	1.6675	42
5	-84.54	1.8	1.6126	44.4
6	39.91			

【0 0 3 7】

なお、本発明に係る無限遠系顕微鏡対物レンズは上述の実施例に限らず本発明

の範囲内において適宜修正、変更が可能である。

【0038】

【発明の効果】

上述のように、本発明では、開口数が0.6以上と大きく、且つ作動距離も大きな無限遠系顕微鏡対物レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズのレンズ構成を示す図。

【図2】

第1実施例における各収差図を示す。

【図3】

本発明の第2実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズのレンズ構成を示す図。

【図4】

第2実施例における各収差図を示す。

【図5】

本発明の第3実施例に係る無限遠系顕微鏡対物レンズのレンズ構成を示す図。

【図6】

第3実施例における各収差図を示す。

【図7】

各実施例における結像レンズのレンズ構成図を示す図である。

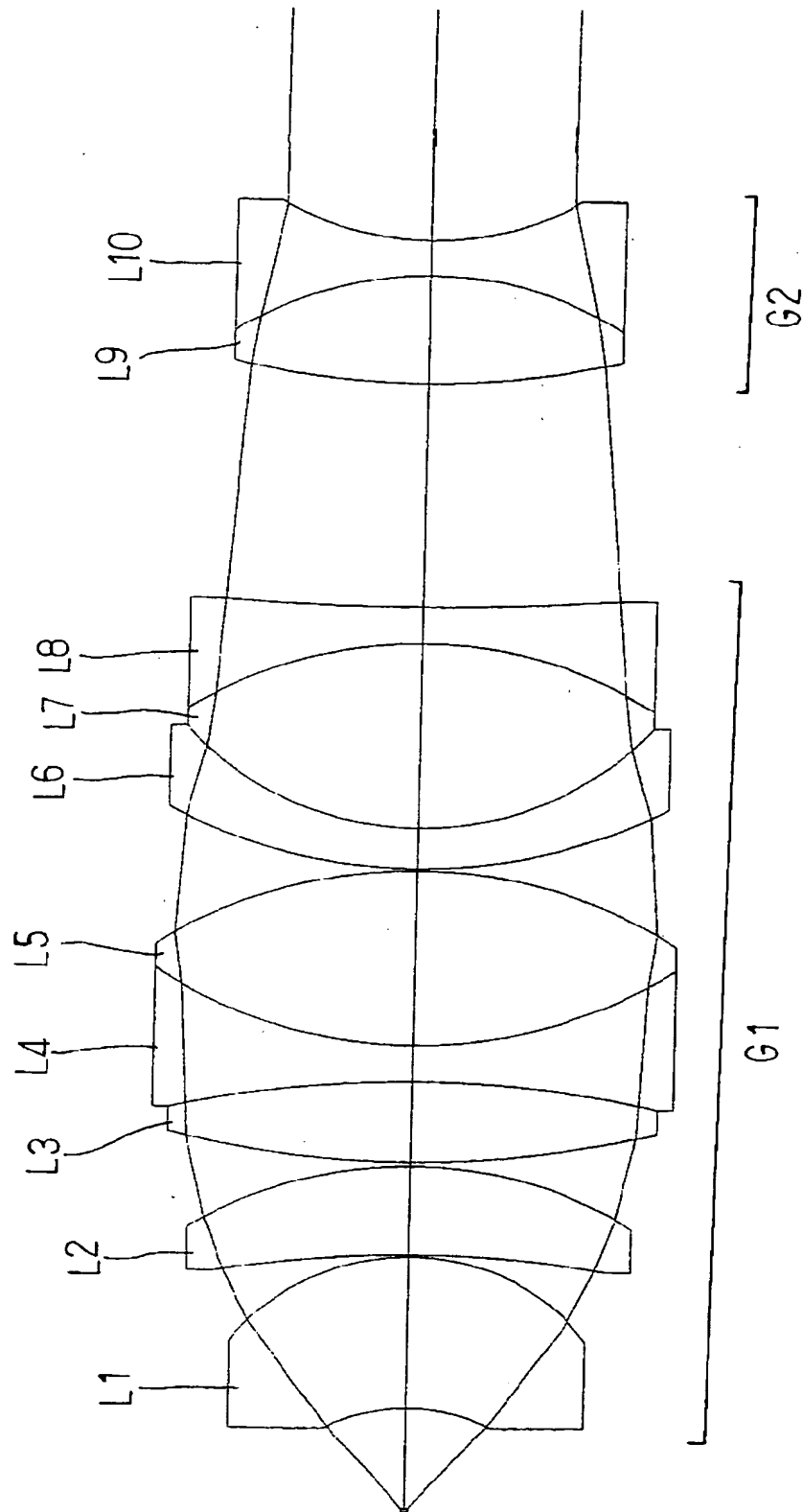
【符号の説明】

- | | |
|-----|--------|
| G 1 | 第1レンズ群 |
| G 2 | 第2レンズ群 |
| L i | 各レンズ成分 |

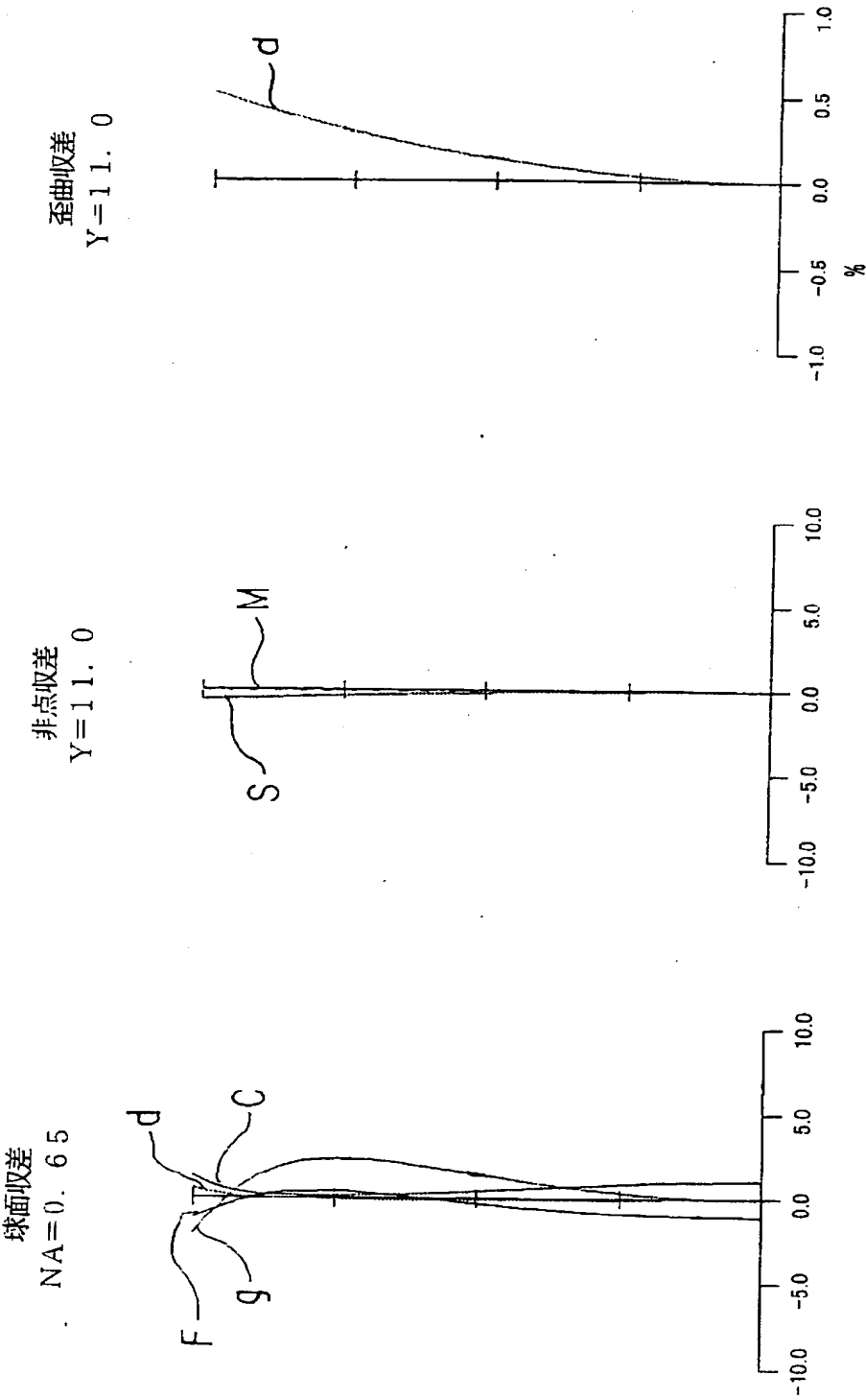
【書類名】

図面

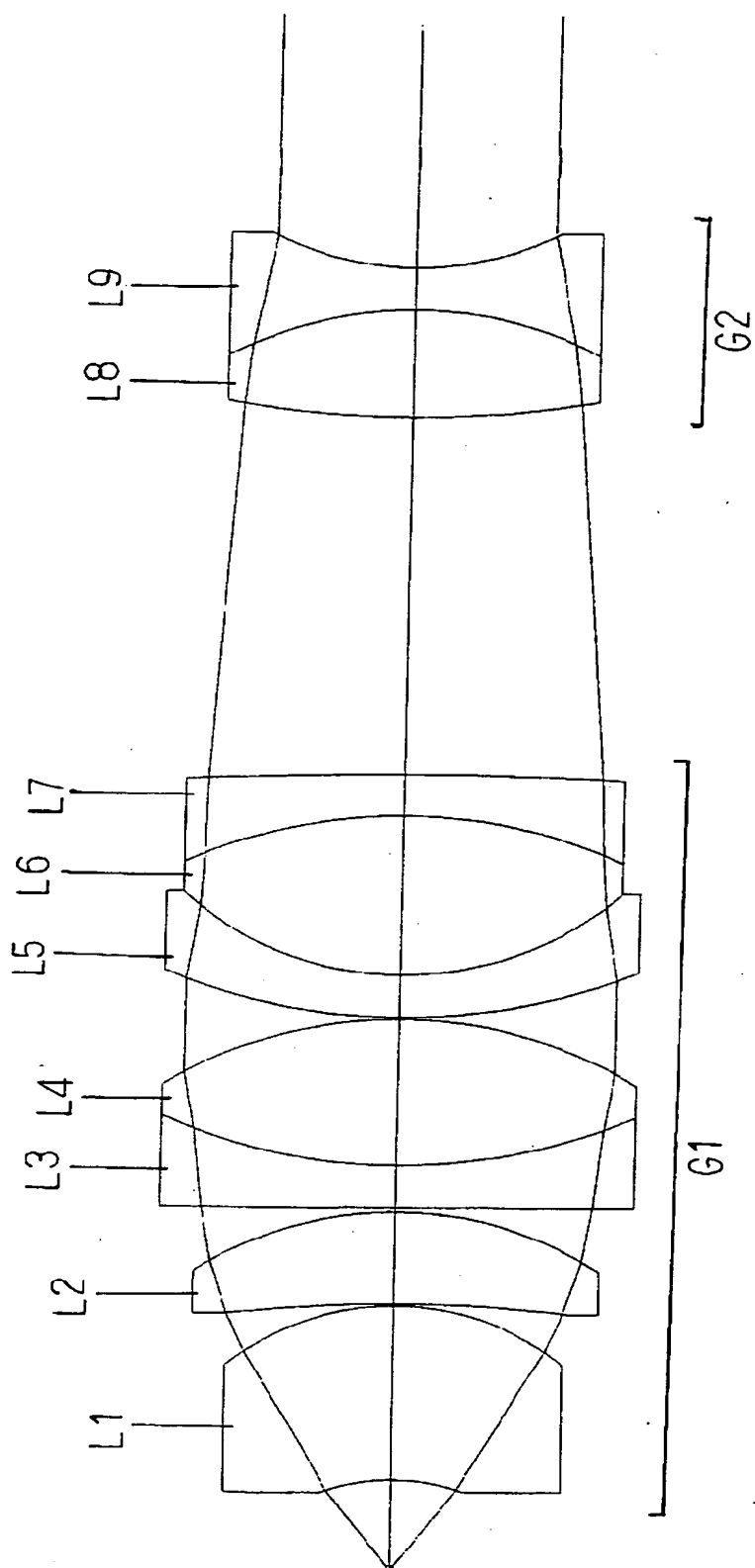
【図 1】



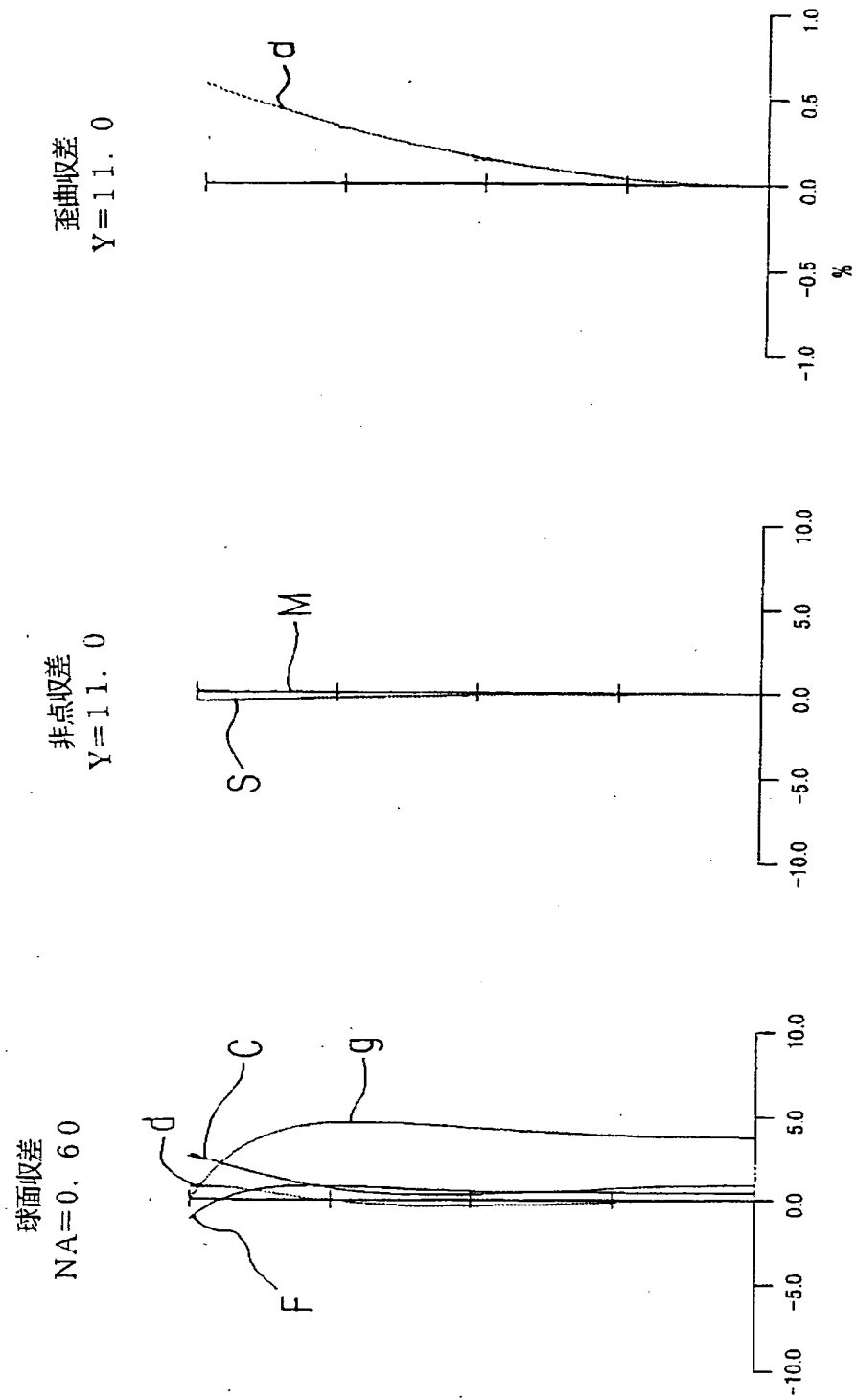
【図 2】



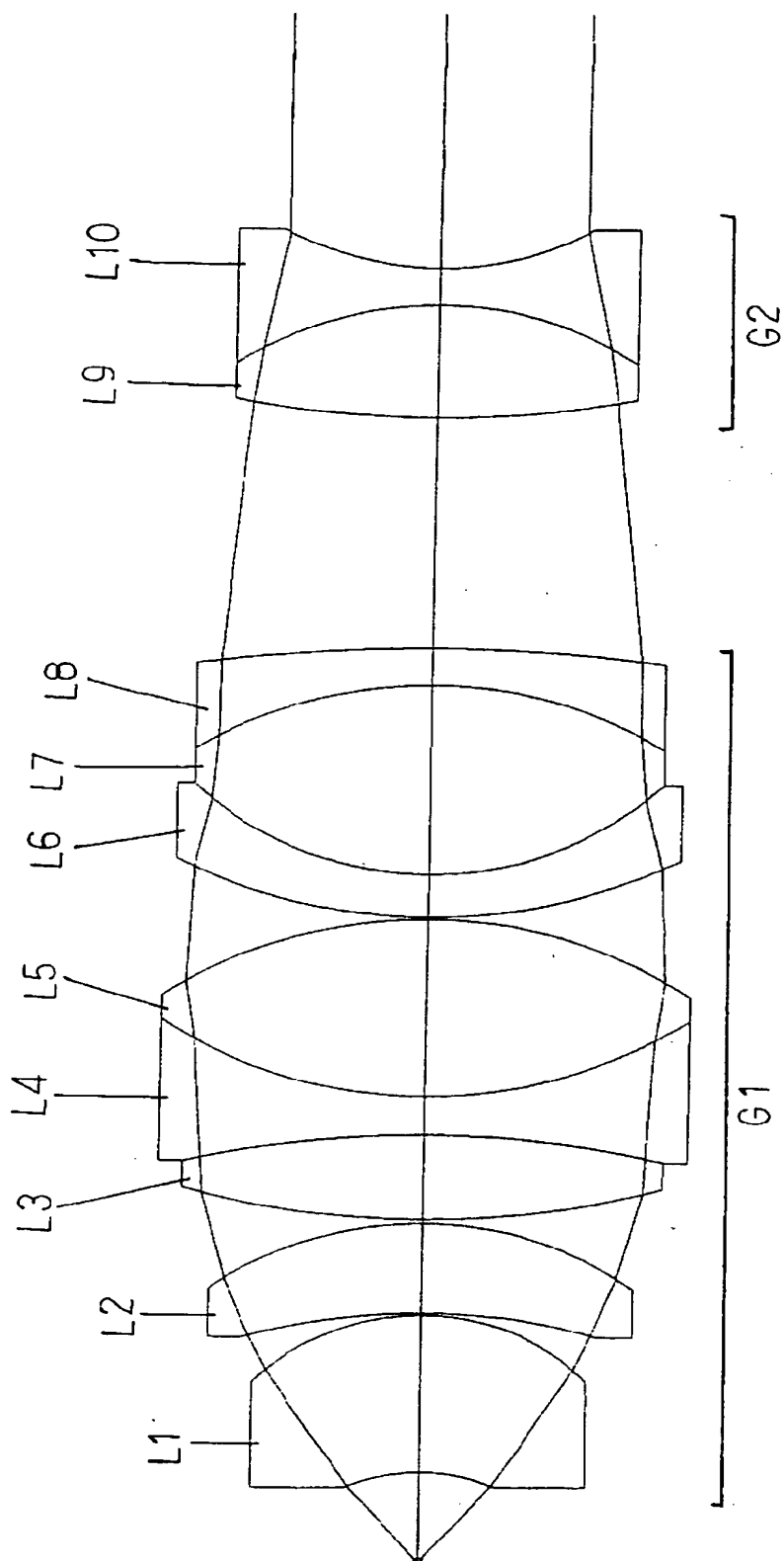
【図 3】



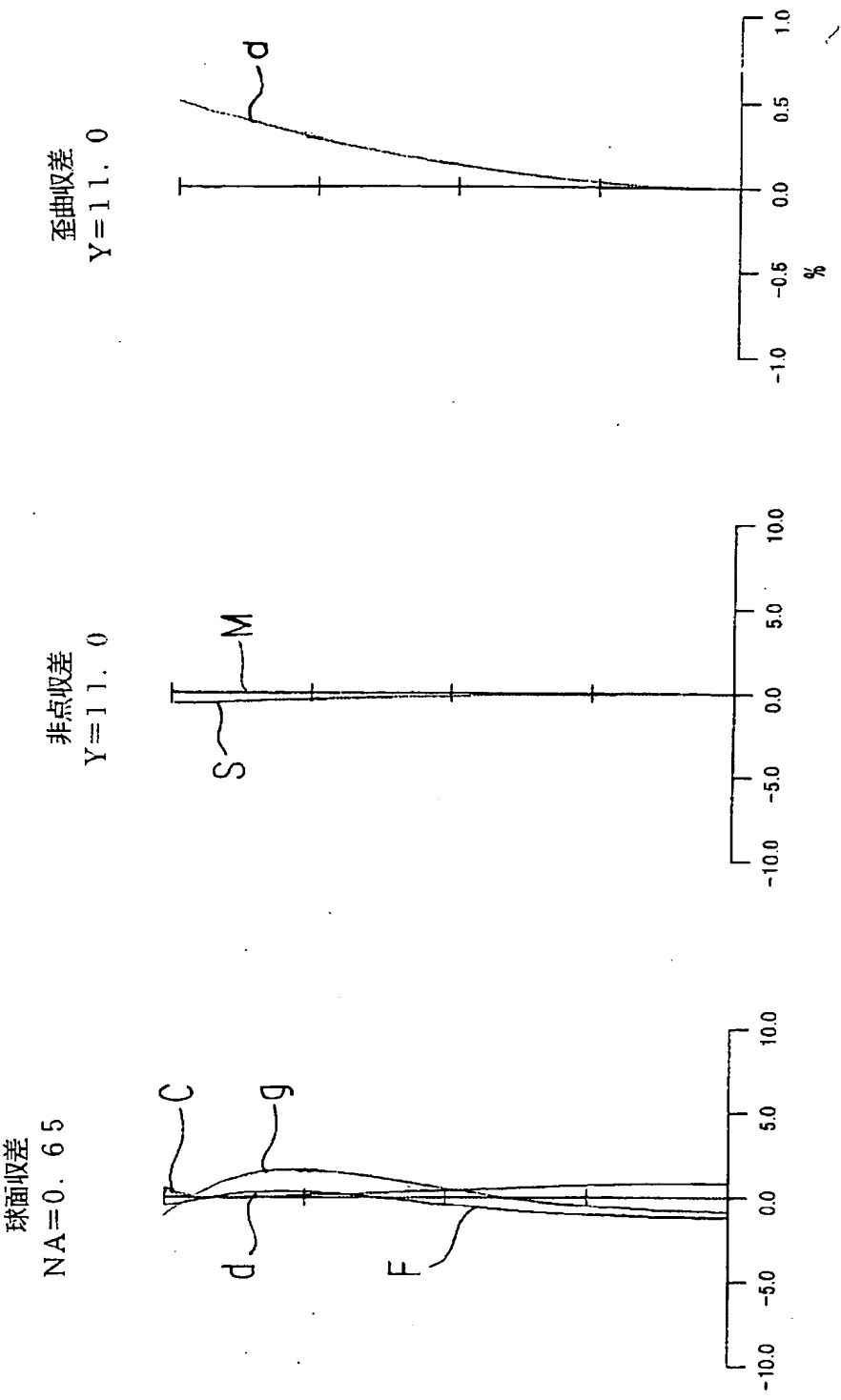
【図 4】



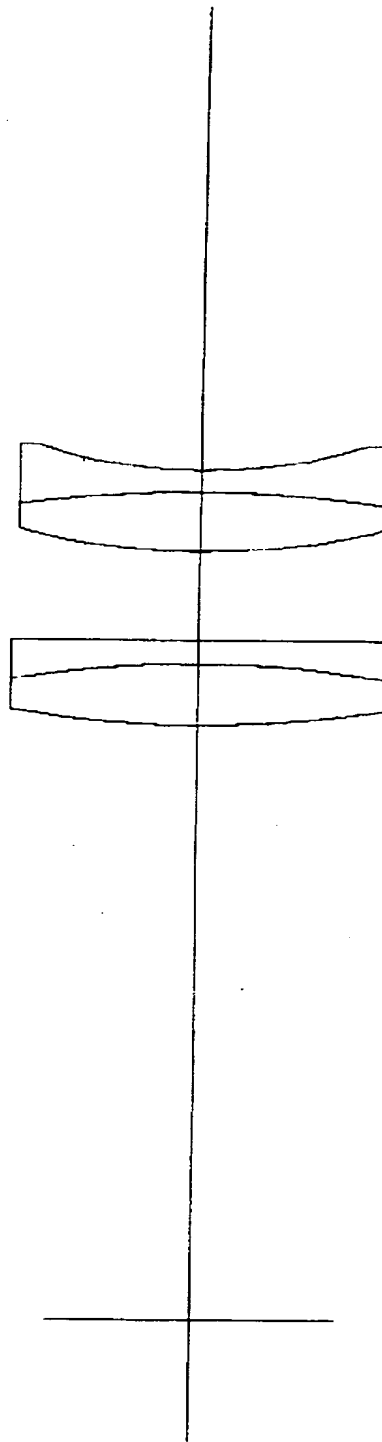
【図 5】



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 開口数が0.6以上と大きく、且つ作動距離も大きな無限遠系顕微鏡対物レンズを提供すること。

【解決手段】 物体側から順に第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2とを含み、前記第1レンズ群G1は物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL1、L2と少なくとも1つの接合レンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記接合レンズの少なくとも1つはアッベ数が90以上の材料からなる両凸形状の正レンズL5を含み、所定の条件を満たすこと。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 4 5 9 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
 [変更理由] 新規登録
 住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
 氏 名 株式会社ニコン

2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 6 日
 [変更理由] 名称変更
 住所変更
 住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
 氏 名 株式会社ニコン